目　次

刊行によせて……i
編集委員および執筆者 ……ii
まえがき ……（猿渡　正俊）……x
制定に至る経緯 ……（猿渡　正俊）…… xi

第1部　JIS C 6802の解説

第1章　総　則 ……（石川　憲　参考旧版：中澤　芳男・後藤　智）……2
1.　適用範囲及び目的 ……2
1.1　適用範囲 ……2
1.2　目　的 ……4
2.　引用規格 ……4
3.　用語の定義 ……4

2章　製造上の要件
4.　技術的仕様 ……（石川　憲　参考旧版：中澤　芳男）……7
4.1　一般注意 ……7
4.1.1　改　造 ……8
4.2　保護きょう体 ……8
4.2.1　一般事項 ……8
4.2.2　サービス ……10
4.2.3　取り外すことのできるレーザシステム ……10
4.3　アクセスパネル及びセーフティインターロック……10
4.3.1　アクセスパネルに対する要件 ……10
4.3.2　セーフティインターロックの解除機構の要件 ……12
4.4　リモートインターロックコネクタ ……14
4.5　かぎ（鍵）による制御 ……15
4.6　レーザ放射の放出警告……15
4.6.1　可聴音又は可視光警告の要件 ……15
4.6.2　制御部と開口が離れている場合の放射警告装置の要件 ……16
4.6.3　分岐出力の出口開口の警告装置要件 ……17
4.7　遮光器又は減衰器 ……17
4.8　制御部 ……18
4.9　観察用光学装置……18
4.10　走査に対する安全防御 ……19
4.11　アライメントの安全対策 ……19
4.12　“歩行”立入り ……20
4.13　環境条件 ……20
4.14　他の障害に対する保護 ……20
4.14.1　非光学的障害……20

4.14.2 副次放射 …… 21
5. ラベル …… (石川 憲 参考旧版：後藤 智) …… 22
5.1 一般事項 …… 22
5.2 クラス1及びクラス1M …… 23
5.3 クラス2及びクラス2M …… 26
5.4 クラス3R …… 26
5.5 クラス3B …… 27
5.6 クラス4 …… 28
5.7 開口ラベル …… 29
5.8 放射出力及び基準情報 …… 30
5.9 アクセスパネルに対するラベル …… 30
5.9.1 パネルに対するラベル …… 30
5.9.2 セーフティインタロックパネルに対するラベル …… 32
5.10 不可視レーザ放射に対する警告 …… 34
5.11 可視レーザ放射に対する警告 …… 34
5.12 LEDに対する警告 …… 34
6. その他の情報的な要求事項 …… (石川 憲 参考旧版：後藤 智) …… 35
6.1 使用者に対する情報 …… 35
6.2 購入及びサービスのための情報 …… 38
7. 特定のレーザに対する付加的な要件 …… (石川 憲) …… 41
7.1 医用レーザ製品 …… 41
7.2 標準シリーズIEC 60825の他のパート …… 41
7.3 レーザ加工機の関連標準 …… 41
7.3.1 ISO/IEC11553-1 機械（レーザ処理機械）の安全—レーザ処理機械パート1 …… 41
8. クラス分け …… (山崎 行造) …… 49
8.1 緒 論 …… 49
8.2 レーザクラスの説明 …… 50
8.3 クラス分け手順 …… 57
9. クラス分けのための測定 …… (挟間 寿文) …… 66
9.1 試 験 …… 66
9.2 レーザ放射の測定 …… 67
9.2.1 レーザ放射測定の留意点 …… 67
9.2.2 クラス1及びクラス1Mのクラス分け …… 68
9.2.3 クラス2及びクラス2Mのクラス分け …… 70
9.3 測定光学系 …… 70
9.3.1 測定手順 …… 70
9.3.2 開口の直径と測定距離 …… 71
9.3.3 受入れ角 …… 79

3章 使用者への指針

10. 安全予防策 …… (鷲尾 邦彦／旧版：橘川 彪・磯部 皖一) …… 81
10.1 一般事項 …… 81

10.2 リモートインタロックコネクタの使用 …… 86
10.3 かぎ（鍵）による制御 …… 86
10.4 ビーム遮光器又は減衰器 …… 87
10.5 警告標識 …… 88
10.6 ビーム光路 …… 90
10.7 鏡面反射 …… 90
10.8 目の保護 …… （鷲尾 邦彦／旧版：橘川 彪） …… 92
10.8.1 めがねの識別 …… 95
10.8.2 必要な光学濃度 …… 96
10.8.3 保護めがね …… 97
10.9 保護着衣 …… 98
10.10 訓 練 …… 99
10.11 医学的監視 …… （小澤 哲磨） … 102
11. レーザ運転に付随する危険 …… （石川 憲） … 103
11.1 大気の汚染 …… 103
11.2 副次放射による危険 …… 109
11.2.1 紫外線副次放射 …… 109
11.2.2 可視及び赤外線副次放射 …… 109
11.3 電気的危険 …… 110
11.4 冷却器の冷媒 …… 114
11.5 材料加工 …… 114
11.6 その他の危険 …… 116
12. 危険管理の手順 …… （石川 憲 参考旧版 石渡 裕政） … 117
12.1 一般事項 …… 117
12.2 屋外で使用するレーザの危険評価 …… 122
12.3 人体の保護対策 …… 126
12.4 レーザの実演，ディスプレイおよび展示 …… （山崎 行造） … 127
12.5 研究所および作業現場のレーザ装置 …… （石川 憲） … 128
12.5.1 クラス 1M，クラス 2，クラス 2M 及びクラス 3R レーザ製品 …… 128
12.5.2 クラス 3B レーザ製品 …… 129
12.5.3 クラス 4 レーザ製品 …… 131
12.6 屋外及び工事用レーザ装置 …… 132
12.6.1 クラス 2 レーザ製品 …… 133
12.6.2 測量用，アライメント用及び水準用に用いるクラス 1M，クラス 2M 及びクラス 3R レーザ製品 …… 133
12.6.3 クラス 3B 及びクラス 4 製品 …… 135
12.6.4 測量用，アライメント用及び水準用レーザ …… 137
13. 最大許容露光量 …… （石川 憲 旧版 中澤 芳男） … 139
13.1 一般的注意事項 …… 139
13.2 限界開口 …… 155
13.3 繰返しパルスレーザ及び変調レーザ …… 157
13.4 測定条件 …… 160

13.4.1 限界開口 …… 160
13.4.2 受入れ角 …… 161
13.5 分散光源レーザ …… 162

附属書
A 計算例 …… (猿渡 正俊) … 178
A.1 最大許容露光量 (MPE) ——概 論 …… 178
A.2 最大許容露光量 (MPE) ——単一及び複数の小光源 …… 178
A.3 最大許容露光量 (MPE) ——拡散反射及び分散光源 …… 178
A.4 最大許容露光量 (MPE) ——繰返しパルスシステム …… 179
A.5 公称眼障害距離 (NOHD) …… 179
A.6 広がりビーム，小光源に対する許容放出限界 (AEL) …… 180
B 生物物理学的検討 …… 181
I 生体組織に及ぼすレーザ光の影響 …… (西坂 剛) … 181
I.1 はじめに …… 181
I.2 生体組織の光学特性 …… 181
I.2.1 生体組織の反射特性 …… 181
I.2.2 生体組織の吸収，散乱特性 …… 181
I.3 レーザ光の強度と組織障害 …… 184
I.4 レーザ光の生体組織への作用因子 …… 185
I.5 レーザ光の熱的作用 …… 186
I.5.1 レーザ光の熱的作用 …… 186
I.5.2 レーザ光の非熱的作用 …… 186
I.6 現場におけるレーザ …… 186
II 眼の特性と眼障害 …… (植田 俊彦) … 188
II.1 眼の構造と機能 …… 188
II.2 光の波長と眼障害 …… 190
II.3 可視光の波長範囲 …… 190
II.4 光の強さと障害 …… 191
A 熱作用 …… 191
B 光アブレーション …… 192
C 光化学反応 …… 192
II.5 広がり角の大きいレーザ …… 194
II.6 日本でのレーザによる眼障害例 …… 194
II.7 健康管理，教育 …… 194
III 皮膚の構造と皮膚障害 …… (大城 俊夫 吉田 勝) … 197
III.1 皮膚の構造と機能 …… 197
III.2 皮膚に対するレーザ照射の生体学的影響 …… 198

第2部 JIS C 6803
制定の趣旨 …… (猿渡 正俊) … 208
経過 …… 208

1. JIS C 6803（IEC 60825-2）「光ファイバ通信システムの安全」の考え方 …… 209
2. JIS C 6803（IEC 60825-2）の新概念 …… 210
2.1 ハザードレベル（HL）の導入 …… 210
2.2 区域の分類と許容ハザードレベル（HL） …… 211
2.3 自動パワー減衰（APR）（4.5節参照） …… 212
2.4 光ファイバケーブルの機械的特性（4.3節参照） …… 213
2.5 組織に対する要求（4.7節参照） …… 213
3. JIS C 6803（IEC 60825-2）の逐条解説 …… 213
（1）適用範囲及び目的 …… 213
（2）引用規格 …… 215
（3）用語の定義 …… 215
（4）製造上の要求条件 …… 215
（4.1）一般的条件 …… 216
（4.2）OFCSの保護きょう体 …… 216
（4.3）ファイバケーブル …… 217
（4.4）ケーブルコネクタ …… 217
（4.5）自動パワー減衰と再始動パルス …… 217
（4.6）ラベリング又はマーキング …… 219
（4.7）組織に対する要求条件 …… 220
（4.8）ハザードレベルの評価 …… 222
（4.9）区域の種別によるハザードレベル要求条件 …… 223
附属書D …… （狼渡　正俊）… 226
D.1 序　文 …… 226
D.2 適用範囲 …… 227
D.2.1 典型的なOFCSの設置区域 …… 227
D.2.2 典型的なハードウエア構成部品 …… 228
D.2.3 典型的な操作機能 …… 228
D.3 OFCSのパワー制限 …… 228
D.4 ハザードレベルの評価例 …… 231
D.4.1 同一ファイバ上の複数の波長 …… 231
D.4.1.1 多波長の例 …… 231
D.4.2 双方向（全二重）伝送 …… 233
D.4.3 自動パワー減衰 …… 233
D.4.3.1 光増幅器 …… 234
D.4.3.2 分布光増幅システム用のAPR …… 234
D.4.3.3 接続トレイ内のファイバ …… 234
D.4.3.4 コネクタを装備したシステム …… 235
D.4.3.5 海底システムの水中・埋設ケーブル …… 235
D.4.3.6 制限及び非制限区域のAPR …… 235
D.4.3.7 リボンケーブル（テープ形光ファイバ）のAPR …… 236
D.4.4 複数のファイバ …… 236
D.4.5 リボンケーブル（テープ形光ファイバケーブル） …… 236

D.4.5.1 リボンファイバ（テープ形光ファイバ）の計算例 …… 237
D.4.5.2 リボンファイバ（テープ形光ファイバ）の問題 …… 237
D.4.6 パワースプリッタ及びファイバ損失に起因するパワー低下 …… 238
D.4.7 一般的考察及び例 …… 239
D.5 故障解析 …… 239
D.5.1 定義 …… 239
D.5.2 故障解析 …… 239
D.5.3 故障確率レベル …… 240
D.5.4 一般的に用いられる故障解析手法 …… 240
D.5.5 故障モードの影響及び危険性解析法 …… 240
D.6 推奨される作業慣行 …… 241
D.6.1 一般的作業慣行 …… 242
D.6.2 ハザードレベル 1, 1M, 2, 2M 及び 3R のシステム稼動中の作業慣行 …… 242
D.6.3 ハザードレベル 3B の作業慣行 …… 242
D.6.4 ハザードレベル 3B の正しいパワー増減手順 …… 243
D.7 シャットダウン動作までの最大出力 …… 244
付 A. 故障モードの影響及び危険性解析法と影響度分析—説明とガイド …… 246
付 A.1 レーザ駆動回路の FMECA（故障モードの影響及び危険性解析法）の解析例 …… 246
ステップ 1：重要な構成部品を識別する …… 247
ステップ 2：構成部品の故障モードを識別する …… 247
ステップ 3：ベータ（β）値を決定する …… 247
ステップ 4：故障率を導出する …… 248
付 A.2 影響度分析 …… 249
ステップ 1– 影響度評価 …… 250
ステップ 2– 頻度評価 …… 251
ステップ 3– 危険を回避する可能性の評価 …… 251
ステップ 4– 安全関連システムがない場合に危険事象の起こる確率 …… 252
ステップ 5– グラフのマッピング …… 252
ステップ 6–APR システムの信頼性の決定 …… 252
ステップ 7– 系統的故障を原因とするリスクの削減 …… 254

第 3 部 レーザ応用機器の安全

1. レーザプロセッシング機器の安全 …… （池田 正幸） … 260
1.1 はじめに …… 260
1.2 レーザ加工機の種類と構成 …… （新井 武二） … 260
1.2.1 CO_2 レーザ加工機 …… （橘川 彪） … 262
1.2.2 YAG レーザ加工機 …… （窪田 恵一） … 269
1.2.3 紫外線レーザ加工機 …… （板倉 康夫） … 280
1.3 安全対策の考え方 …… （新井 武二） … 284
1.4 機器の安全対策 …… 286
1.4.1 CO_2 レーザ加工機 …… （橘川 彪） … 286
1.4.2 YAG レーザ加工機 …… （大迫 貞仲） … 308

1.4.3 紫外線レーザ加工機 …… (佐藤 行雄) … 315
2. レーザライトショー，プロジェクタ等の安全 …… (佐藤 嘉宏) … 321
3 医用レーザ機器の安全 …… (石渡 裕政) … 325
3.1 医用レーザ機器はなぜJIS規格の適用範囲から除外されているか …… 325
3.2 医療におけるレーザの使われ方 …… 326
3.3 医療用レーザ機器 …… 327
3.3.1 用途によるレーザの使い分け …… 327
3.3.2 医療用レーザ機器の特徴 …… 329
3.4 製造業者の安全予防対策 …… 332
3.4.1 医療用レーザ装置として要求される追加的な安全項目 …… 332
3.4.2 取扱説明書への記載事項 …… 333
3.4.3 使用者側との確認事項 …… 335
3.4.4 使用環境に関連する安全対策 …… 335
3.5 使用者側の安全予防対策 …… 336
3.5.1 使用環境に関連する安全対策 …… 336
3.5.2 安全を確保するための組織 …… 337
3.5.3 管理区域に関する事項 …… 338
3.6 手術室や治療室の危険評価 …… 338
3.7 事故とその原因 …… 344
3.8 医療用レーザ装置に関する各省庁の規格・通達リスト …… 346
4. レーザ光以外のレーザ運転に付随する危険と注意事項 …… (石川 憲) … 347
4.1 産業衛生に対する配慮 …… 348
4.2 爆発危険 …… (武中 浩郎) … 352
4.3 副次放射危険（レーザビームを除く） …… (石川 憲) … 353
4.3.1 X線の放射 …… 353
4.3.2 紫外線（UV）と可視の放射 …… 354
4.3.3 無線周波数（RF） …… 354
4.3.4 プラズマ放射 …… 354
4.3.4.1. プラズマおよび付随的な放射線 …… 354
4.3.4.2 抑制措置 …… 355
4.3.4.3 電離放射の管理 …… 356
4.3.4.4 米国FDA CDRH 1040.10副次放射に関する規定 …… 357
4.3.5 雑音 …… 357
4.4 電気的危険 …… (武中 浩郎) … 358
4.5 レーザビーム囲いの損傷による危険性 …… (入江 宏定) … 359
4.6 レーザ応用機器の安全点検 …… 361

索 引 …… 363